

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-242338

(43)Date of publication of application : 07.09.2001

(51)Int.Cl.

G02B 6/30  
 G02B 6/122  
 G02B 6/32  
 G02B 6/42  
 H01L 31/0232  
 H01L 33/00  
 H01S 5/022

(21)Application number : 2000-054604

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 29.02.2000

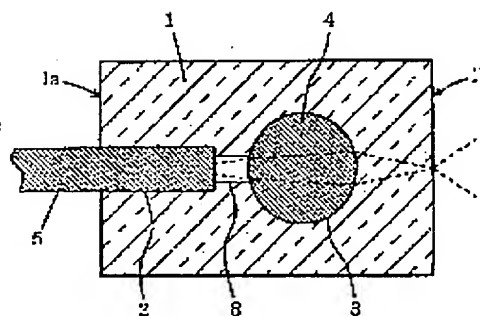
(72)Inventor : NAKASO MARIKO

## (54) OPTICAL COUPLING PART

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an inexpensive optical coupling parts easy in handling capable of coupling the end surface of an optical fiber to the end surface of an optical waveguide parts with high efficiency without spending a lot of labor and time for precisely adjusting the position and the optical axis of a coupling lens or the like.

SOLUTION: A first optical member 1 is provided with the end surface 1a on which a groove 2 for the optical fiber for inserting the optical fiber 5 is formed and the end surface 1b to which the optical waveguide parts (not shown in a figure) are joined. A second optical member 4 airtightly enclosed by the first optical member 1 is provided with a refractive surface 3 for image forming exit light from the optical fiber 5 on the end surface 1b.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-242338

(P2001-242338A)

(43) 公開日 平成13年9月7日(2001.9.7)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト*(参考)
G 0 2 B	6/30	G 0 2 B 6/30	2 H 0 3 7
	6/122	6/32	2 H 0 4 7
	6/32	6/42	5 F 0 4 1
	6/42	H 0 1 L 33/00	M 5 F 0 7 3
H 0 1 L	31/0232	H 0 1 S 5/022	5 F 0 8 8

審査請求 未請求 請求項の数19 OL (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-54604(P2000-54604)

(22) 出願日 平成12年2月29日(2000.2.29)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 中曾 麻理子

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1

号 松下通信工業株式会社内

(74) 代理人 100098291

弁理士 小笠原 史朗

Fターム(参考) 2H037 BA03 BA12 BA23 CA16 CA37

DA05 DA12

2H047 LA05 MA03 MA05 MA07 TA32

5F041 AA06 DA11 EE04 EE12

5F073 EA29 FA07 FA08 FA23

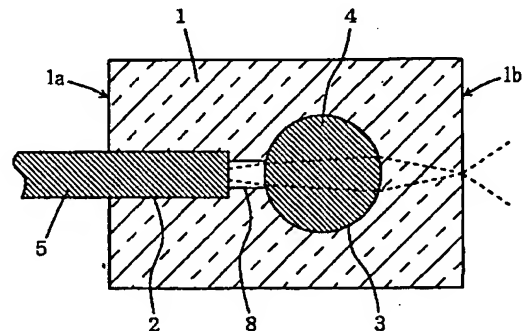
5F088 BA16 JA03 JA12 JA14

(54) 【発明の名称】 光結合部品

(57) 【要約】

【課題】 結合レンズの位置や光軸等の精密調整を行う手間をかけることなく、光ファイバと光導波路部品とを高效率で端面結合させることができ、しかも、取り扱いが簡単で価格も安い光結合部品を提供する。

【解決手段】 第1光学部材1は、光ファイバ5を挿入するための光ファイバ用溝2が形成された端面1aと、光導波路部品(図示せず)が接合される端面1bとを有する。第1光学部材1で気密的に包まれた第2光学部材4は、光ファイバ5からの射出光を端面1b上で結像させるための屈折面3を有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ファイバと所定の光部品とを結合させるための光結合部品であって、  
前記光ファイバを挿入するための光ファイバ用溝が形成された第1端面と、前記光部品が接合される第2端面とを有する、光学的に透明な第1光学部材、および前記第1光学部材で気密的に包まれ、かつ前記光ファイバからの射出光を前記第2端面上で結像させるための少なくとも1つの屈折面を有する、当該第1光学部材とは異なる屈折率を持つような光学的に透明な第2光学部材を備える、光結合部品。

【請求項2】 前記第2光学部材は、前記光ファイバからの射出光の進行方向を変えるための反射面をさらに備える、請求項1に記載の光結合部品。

【請求項3】 前記少なくとも1つの屈折面は、その光軸が前記光ファイバからの射出光の進行方向とは異なる方向を向いており、前記光ファイバからの射出光の進行方向を変える機能をも有することを特徴とする、請求項1に記載の光結合部品。

【請求項4】 前記光部品は、光導波路部品であることを特徴とする、請求項1に記載の光結合部品。

【請求項5】 前記光部品は、受光素子であることを特徴とする、請求項1に記載の光結合部品。

【請求項6】 前記光部品は、発光素子であり、前記少なくとも1つの屈折面は、さらに、前記発光素子から発せられる光を前記光ファイバの先端で結像させることを特徴とする、請求項1に記載の光結合部品。

【請求項7】 光ファイバと光導波路部品とを結合させるための光結合部品を製造する方法であって、  
光学的に透明な物質から、前記光ファイバを挿入するための光ファイバ用溝が形成された第1端面と、前記光導波路部品が接合される第2端面と、前記光ファイバからの射出光を前記第2端面上で結像させるための少なくとも1つの屈折面を有する第2光学部材がそこに形成される空隙とを持った第1光学部材を形成するステップ、および前記空隙に、前記第1光学部材とは異なる屈折率を持つ融解された光学物質を充填して固化させることによって、前記第1光学部材で気密的に包まれた前記第2光学媒体を形成するステップを備える、光結合部品製造方法。

【請求項8】 前記光ファイバ用溝と前記空隙とは、互いに連続しており、  
前記第1光学部材で気密的に包まれた第2光学媒体を形成するステップでは、前記光ファイバ用溝を通じて、前記融解された光学物質が前記空隙へと充填されることを特徴とする、請求項7に記載の光結合部品製造方法。

【請求項9】 前記第1光学部材は、充填用孔をさらに持ち、  
前記第2光学媒体を形成するステップでは、前記融解された光学物質は、前記充填用孔を通じて前記空隙へと充

填されることを特徴とする、請求項7に記載の光結合部品製造方法。

【請求項10】 所定の光部品、および光ファイバと前記光部品とを結合させるための光結合部品からなる光機能部品であって、  
前記光結合部品は、

前記光ファイバを挿入するための光ファイバ用溝が形成された第1端面と、前記光部品が接合される第2端面とを有する、光学的に透明な第1光学部材、および前記第1光学部材で気密的に包まれ、かつ前記光ファイバからの射出光を前記第2端面上で結像させるための少なくとも1つの屈折面を有する、当該第1光学部材とは異なる屈折率を持つような光学的に透明な第2光学部材を備える、光機能部品。

【請求項11】 前記光部品は、光導波路部品であることを特徴とする、請求項10に記載の光機能部品。

【請求項12】 前記光部品は、受光素子であることを特徴とする、請求項10に記載の光機能部品。

【請求項13】 前記光部品は、発光素子であり、前記少なくとも1つの屈折面は、さらに、前記発光素子から発せられる光を前記光ファイバの先端で結像させることを特徴とする、請求項10に記載の光機能部品。

【請求項14】 所定の光部品と接合される光導波路部品であって、

光が入射される第1端面と、前記光部品が接合される第2端面とを有する、光学的に透明な第1光学部材、および前記第1光学部材で気密的に包まれ、かつ前記第1端面から入射される光を前記第2端面側へと導く、当該第1光学部材とは異なる屈折率を持つような光学的に透明な第2光学部材を備え、

前記第2光学部材は、前記第2端面側へと導いた光を当該第2端面上で結像させるための少なくとも1つの屈折面を有する、光導波路部品。

【請求項15】 前記第2光学部材は、前記第1端面から入射される光の進行方向を変えるための反射面をさらに備える、請求項14に記載の光導波路部品。

【請求項16】 前記少なくとも1つの屈折面は、その光軸が前記第1端面から入射される光の進行方向とは異なる方向を向いており、当該光の進行方向を変える機能をも有することを特徴とする、請求項14に記載の光導波路部品。

【請求項17】 前記光部品は、光ファイバであることを特徴とする、請求項14に記載の光結合部品。

【請求項18】 前記光部品は、受光素子であることを特徴とする、請求項14に記載の光結合部品。

【請求項19】 前記光部品は、発光素子であり、前記少なくとも1つの屈折面は、さらに、前記発光素子から発せられる光を集束して前記第2光学部材の内部へと入射させ、

前記第2光学部材は、さらに、その内部へと入射された

光を前記第1端面側へと導き、

前記第1端面からは、前記第2光学部材によって導かれた光が射出されることを特徴とする、請求項14に記載の光結合部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光結合部品に関し、より特定的には、光ファイバと、光導波路部品や受発光素子とを結合するための光結合部品に関する。

【0002】

【従来の技術】光ファイバと光導波路部品とを結合する方法としては、高効率化が図れること、結合部分の構造が簡単なこと等から、端面結合法が実用上最も有効と考えられている。端面結合法とは、導波光の進行方向に垂直な光導波路端面に、光ファイバからの光を直接入射する方法である。一般的には、光導波路部品の端面と光ファイバの端面との間にレンズを入れて、光ファイバからの射出光を光導波路端面上で結像させるようにする等、結合効率を高める工夫がなされる。図13は、従来の端面結合法によって光導波路部品と光ファイバとが結合された様子を示す図（模式図）である。図13において、光ファイバ40と光導波路部品41とは、各々の端面が所定の距離を隔てて互いに対向するように設置される。光ファイバ40と光導波路部品41との間には、光ファイバ40からの射出光を収束して光導波路部品41のコア部（光導波路）42へと入射させるための結合レンズ43が挿入される。結合レンズ43および光ファイバ40は、それぞれホルダ44およびホルダ45によって支持される。ホルダ44およびホルダ45は、それぞれ台座（図示せず）に対して微動可能に構成されており、光導波路部品41への入射光の強度が最大となるように（すなわち、光ファイバ40からの射出光が光導波路部品41の端面上で結像するように）位置調整がなされた後、固定される。

【0003】このように、従来の端面結合法によって光導波路部品41と光ファイバ40とを結合させる場合、高い結合効率を得るためには、光導波路部品41の端面と、光ファイバ40の端面との間隔や、結合レンズ43の位置等を精密に調整することが不可欠となる。そこで、従来、上記のような精密調整を行う手間をかけることなく、光導波路部品41と光ファイバ40とを高効率で端面結合させるための光結合部品が開発されている。

【0004】図14は、従来の光結合部品の構成を示す図（斜視図）である。図14において、従来の光結合部品は、基板50と、結合レンズ51とを備えている。基板50には、予め決められた位置に、レンズ用溝52と、光ファイバ用溝53と、光導波路部品用溝54とが形成されている。レンズ用溝52には、結合レンズ51の周縁部分が吻合されている。なお、上記のような基板50は、シリコン基板にエッチングを施すことによって

製造される。

【0005】上記のように構成された従来の光結合部品では、光導波路部品用溝54に光導波路部品（図示せず）が吻合され、かつ光ファイバ用溝53に光ファイバ（図示せず）が挿入される。結合レンズ51の屈折率やその曲率半径、光ファイバ用溝53の端部53aから結合レンズ51までの距離、結合レンズ51から光導波路部品用溝54の端部54aまでの距離等は、光ファイバ用溝53に挿入された光ファイバから射出される光が、光導波路部品の端面上（すなわち端部54aの位置）で結像するように、適切に決められている。このような従来の光結合部品を用いれば、面倒な調整作業を行うことなく、光ファイバと光導波路部品とを高効率で端面結合させることができるようになる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の光結合部品では、結合レンズ51が外気にさらされているので、レンズ表面に結露が生じたりゴミが付着しないよう、取り扱いに細心の注意を必要とする問題点があった。もし、レンズ表面にゴミが付着したり、急激な温度変化等によって結露が生じたりすれば、結合効率が低下するからである。また、高精度なレンズ用溝52を形成するのにコストがかかり、その結果として部品価格が高くなる問題点もあった。もし、レンズ用溝52の精度が悪いと、そこに結合レンズ51の周縁部分を吻合したとき、結合レンズ51がぐらついて光軸がずれたり、結合レンズ51が圧迫されて歪みが生じることがあり、その結果、結合効率が低下するからである。

【0007】それゆえに、本発明の目的は、結合レンズの位置や光軸等の精密調整を行う手間をかけることなく、光ファイバと光導波路部品や受発光素子（これらを光部品と総称する）とを高効率で端面結合させることができ、しかも、取り扱いが簡単で価格も安い光結合部品を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段および発明の効果】第1の発明は、光ファイバと所定の光部品とを結合させるための光結合部品であって、光ファイバを挿入するための光ファイバ用溝が形成された第1端面と、光部品が接合される第2端面とを有する、光学的に透明な第1光学部材、および第1光学部材で気密的に包まれ、かつ光ファイバからの射出光を第2端面上で結像させるための少なくとも1つの屈折面を有する、当該第1光学部材とは異なる屈折率を持つような光学的に透明な第2光学部材を備えている。

【0009】上記第1の発明によれば、光結合部品は、結合レンズの位置や光軸等の精密調整を行う手間をかけることなく、光ファイバと光部品（例えば光導波路部品や受光素子）とを高効率で端面結合させることができるようになる。しかも、第2光学部材が第1光学部材で気

密的に包まれているので、屈折面に結露が生じたゴミが付着する心配がない上、ねじれや引っ張りにも強く、そのため取り扱いが簡単である。また、第1光学部材および第2光学部材だけからなる簡単な構成なので、価格も安い。

【0010】第2の発明は、第1の発明において、第2光学部材は、光ファイバからの射出光の進行方向を変えるための反射面をさらに備えている。

【0011】第3の発明は、第1の発明において、少なくとも1つの屈折面は、その光軸が光ファイバからの射出光の進行方向とは異なる方向を向いており、光ファイバからの射出光の進行方向を変える機能をも有することを特徴としている。

【0012】第4の発明は、第1の発明において、光部品は、光導波路部品であることを特徴としている。

【0013】第5の発明は、第1の発明において、光部品は、受光素子であることを特徴としている。

【0014】第6の発明は、第1の発明において、光部品は、発光素子であり、少なくとも1つの屈折面は、さらに、発光素子から発せられる光を光ファイバの先端で結像させることを特徴としている。

【0015】第7の発明は、光ファイバと光導波路部品とを結合させるための光結合部品を製造する方法であって、光学的に透明な物質から、光ファイバを挿入するための光ファイバ用溝が形成された第1端面と、光導波路部品が接合される第2端面と、光ファイバからの射出光を第2端面上で結像させるための少なくとも1つの屈折面を有する第2光学部材がそこに形成される空隙とを持った第1光学部材を形成するステップ、および空隙に、第1光学部材とは異なる屈折率を持つ融解された光学物質を充填して固化させることによって、第1光学部材で気密的に包まれた第2光学媒体を形成するステップを備えている。

【0016】上記第7の発明によれば、結合レンズの位置や光軸等の精密調整を行う手間をかけることなく、光ファイバと光部品とを高効率で端面結合させることができ、しかも、取り扱いが簡単で価格も安い光結合部品を製造することが可能となる。

【0017】第8の発明は、第7の発明において、光ファイバ用溝と空隙とは、互いに連続しており、第1光学部材で気密的に包まれた第2光学媒体を形成するステップでは、光ファイバ用溝を通じて、融解された光学物質が空隙へと充填されることを特徴としている。

【0018】第9の発明は、第7の発明において、第1光学部材は、充填用孔をさらに持ち、第2光学媒体を形成するステップでは、融解された光学物質は、充填用孔を通じて空隙へと充填されることを特徴としている。

【0019】第10の発明は、所定の光部品、および光ファイバと光部品とを結合させるための光結合部品からなる光機能部品であって、光結合部品は、光ファイバを

挿入するための光ファイバ用溝が形成された第1端面と、光部品が接合される第2端面とを有する、光学的に透明な第1光学部材、および第1光学部材で気密的に包まれ、かつ光ファイバからの射出光を第2端面上で結像させるための少なくとも1つの屈折面を有する、当該第1光学部材とは異なる屈折率を持つような光学的に透明な第2光学部材を備えている。

【0020】上記第10の発明では、光機能部品は、光部品（例えば光導波路部品や受光素子）と光結合部品とからなる。光結合部品は、結合レンズの位置や光軸等の精密調整を行う手間をかけることなく、光ファイバと高効率で端面結合する。しかも、光結合部品は、第2光学部材が第1光学部材で気密的に包まれているので、屈折面に結露が生じたゴミが付着する心配がない上、ねじれや引っ張りにも強く、そのため取り扱いが簡単である。また、光結合部品は、第1光学部材および第2光学部材だけからなる簡単な構成なので、価格も安い。このような光結合部品を用いた光機能部品は、精密調整を行う手間をかけることなく、光ファイバと高効率で端面結合することができ、しかも、取り扱いが簡単で価格も安い。

【0021】第11の発明は、第10の発明において、光部品は、光導波路部品であることを特徴としている。

【0022】第12の発明は、第10の発明において、光部品は、受光素子であることを特徴としている。

【0023】第13の発明は、第10の発明において、光部品は、発光素子であり、少なくとも1つの屈折面は、さらに、発光素子から発せられる光を光ファイバの先端で結像させることを特徴としている。

【0024】第14の発明は、所定の光部品と接合される光導波路部品であって、光が入射される第1端面と、光部品が接合される第2端面とを有する、光学的に透明な第1光学部材、および第1光学部材で気密的に包まれ、かつ第1端面から入射される光を第2端面側へと導く、当該第1光学部材とは異なる屈折率を持つような光学的に透明な第2光学部材を備え、第2光学部材は、第2端面側へと導いた光を当該第2端面上で結像させるための少なくとも1つの屈折面を有している。

【0025】上記第14の発明によれば、光導波路部品は、結合レンズの位置や光軸等の精密調整を行う手間をかけることなく、光部品（例えば光ファイバや受光素子）と高効率で端面結合されるようになる。しかも、第2光学部材が第1光学部材で気密的に包まれているので、屈折面に結露が生じたゴミが付着する心配がない上、ねじれや引っ張りにも強く、そのため取り扱いが簡単である。また、第1光学部材および第2光学部材だけからなる簡単な構成なので、価格も安い。

【0026】第15の発明は、第14の発明において、第2光学部材は、第1端面から入射される光の進行方向を変えるための反射面をさらに備えている。

【0027】第16の発明は、第14の発明において、

少なくとも1つの屈折面は、その光軸が第1端面から入射される光の進行方向とは異なる方向を向いており、当該光の進行方向を変える機能をも有することを特徴としている。

【0028】第17の発明は、第14の発明において、光部品は、光ファイバであることを特徴としている。

【0029】第18の発明は、第14の発明において、光部品は、受光素子であることを特徴としている。

【0030】第19の発明は、第14の発明において、光部品は、発光素子であり、少なくとも1つの屈折面は、さらに、発光素子から発せられる光を集束して第2光学部材の内部へと入射させ、第2光学部材は、さらに、その内部へと入射された光を第1端面側へと導き、第1端面からは、第2光学部材によって導かれた光が射出されることを特徴としている。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

(第1の実施形態) 図1は、本発明の第1の実施形態に係る光結合部品の構成を示す図(光軸に沿って切った断面図)である。図2は、本発明の第1の実施形態に係る光結合部品の製造方法を説明するための図である。最初、本発明の第1の実施形態に係る光結合部品の構成について、図1を用いて説明する。図1において、本発明の第1の実施形態に係る光結合部品(以下、単に光結合部品と呼ぶ)は、球体形状の第2光学部材4と、第2光学部材4を覆う直方体形状の第1光学部材1とで構成される。第1光学部材1の6つの端面のうち1つの端面1a側には、光ファイバ用溝2が形成されており、そこに光ファイバ5が挿入される。第1光学部材1の内部には、球体形状の空隙3が形成されており、第2光学媒質がその空隙3を埋めている。

【0032】光ファイバ用溝2には、位置決め突起8が設けられており、光ファイバ用溝2に挿入された光ファイバ5は、その先端が位置決め突起8に当接した状態で固定される。第1光学部材1の6つの端面のうち、光ファイバ用溝2が形成されている端面1aと対向する端面1bは、光導波路部品(図示せず)と互いに接合される。

【0033】第1光学部材1の屈折率や第2光学部材4の屈折率、第2光学部材4の曲率半径、光ファイバ5の先端から第2光学部材4の中心までの距離、第2光学部材4の中心から第1光学部材1の端面1b(光導波路部品との接合面)までの距離等は、光ファイバ5から射出された光(図中点線で示される光束)が、光導波路部品との接合面(すなわち端面1b)上で結像するように、適切に決められている。

【0034】以上のように構成された光結合部品において、第2光学部材4は、光ファイバ5から射出される光を光導波路部品との接合面上で結像させる集光レンズと

して働く。一方、第1の光学部材は、光ファイバ5および第2の光学部材を支持するホルダの役割を果たす。これによって、従来のように面倒な調整作業を行うことなく、光ファイバ5と光導波路部品とを高効率で結合させることができるようになる。また、集光レンズとしての第2光学部材4が第1光学部材1で覆われて外気から遮蔽されるので、レンズ表面にゴミが付着したり結露が生じたりする心配がない。さらには、第1光学部材1および第2光学部材4だけからなる単純な構造を有し、しかも第1光学部材1と第2光学部材4とが密着しているの、ねじれや引っ張りに強い。

【0035】次に、本発明の第1の実施形態に係る光結合部品の製造方法について、図2を用いて説明する。第1光学部材1および第2光学部材4の材料は、光学的に透明な物質(以下、光学物質)である。光学物質の具体例としては、石英系ガラスや $\text{LiNbO}_3$ 、 $\text{LiTaO}_3$ 、 $\text{ZnO}$ 、PLZT、金属酸化物( $\text{Ta}_2\text{O}_5$ など)、有機系ポリマーなどが挙げられる。ただし、第1光学部材1と第2光学部材4とは、互いに屈折率の異なる材料が用いられる。通常、第2光学部材4は、第1光学部材1よりも屈折率の高い光学物質で形成される。

【0036】最初、所定の光学物質(屈折率の小さい方)を金型でプレスすることによって、図2に示すような上下一対の第1光学部材1A、1Bが形成される。なお、金型の製作には、レンズ形成用の金型を製作するための従来技術を用いればよい。

【0037】図2において、第1光学部材1Aでは、その下面に、くさび形状の溝2Aと、凹状の彎曲部3A(ここでは球面)とが、互いに連続して形成されている。溝2Aには、彎曲部3Aと接する部分に、突起8Aが設けられている。第1光学部材1Bでは、その上面に、第1光学部材1Aの下面とは対称的に、突起8Bが設けられた溝2Bと、彎曲部3Bとが形成されている。

【0038】次に、一対の第1光学部材1A、1Bは、第1光学部材1Aの下面と、第1光学部材1Bの上面とを互いに貼り付けることによって一体化される。こうして一体化された第1光学部材1は、図1に示すように、位置決め突起8が設けられた光ファイバ用溝2と、球体形状の空隙3とを持つ。次に、一体化された第1光学部材1の空隙3に、光ファイバ用溝2を通じて、融解された状態の光学物質(屈折率の大きい方)が充填される。こうして充填された光学物質は、時間の経過につれて固化し、第2光学部材4となる。以上のようにして、図1に示すような光結合部品の製造することができる。

【0039】(第2の実施形態) 図3は、本発明の第2の実施形態に係る光結合部品の構成を示す図(光軸に沿って切った断面図)である。図4は、本発明の第2の実施形態に係る光結合部品の製造方法を説明するための図である。本発明の第2の実施形態に係る光結合部品は、以下に説明する点を除き、第1の実施形態に係る光結合

部品と同様の構成を有する。第1の実施形態では、第2光学部材4は、その表面のはば全部が、第1光学部材1で覆われて外気から遮断されている。ただし、光ファイバ5の先端と対向する領域だけは、空気と接触していた。なぜなら、製造時、光ファイバ用溝2を通じ、第2光学部材4を第1光学部材1の空隙3へと充填したからである。この空気と接触している領域にゴミが付着して、光結合効率が低下する可能性があった。

【0040】これに対して、第2の実施形態では、製造時、光ファイバ用溝2とは別の充填用孔6を通じて、融解した状態の第2光学部材4を第1光学部材1の空隙3へと充填して固化させる。従って、第2光学部材4の表面の一部領域が空気と接触している点では、第1の実施形態と同じであるものの、空気と接触しているのが光ファイバ5の先端と対向する領域ではなく、光軸から離れた位置(図では、第2光学部材4の上端位置)にある領域となる。この空気と接触している領域にゴミが付着しても、その領域は光軸から離れているので、光結合効率が低下することはない。

【0041】本発明の第2の実施形態に係る光結合部品は、以下に説明する点を除き、第1の実施形態に係る光結合部品と同様にして製造される。図4において、最初、第1光学部材1Aの下面および第1光学部材1Bの上面にはそれぞれ、第1の実施形態と同様、くさび形状の溝2Aおよび2Bと、凹状の彎曲部3Aおよび3Bとが形成される。ただし、溝2A、2Bには突起がなく、溝2A、2Bと彎曲部3A、3Bとは、一定の距離を隔てて(つまり不連続に)形成される点が異なる。次に、第1光学部材1Aの下面および第1光学部材1Bの上面にはそれぞれ、第1光学部材1Aと第1光学部材1Bとが一体化されたとき充填用孔6となるべき別の溝6A、6Bが形成される。

【0042】その後、第1の実施形態と同様にして、第1光学部材1Aの下面と、第1光学部材1Bの上面とが互いに貼り付けられ、それにより一体化された第1光学部材1の空隙3に、融解された状態の光学物質が充填される。ただし、充填は、光ファイバ用溝2を通じてでなく、充填用孔6を通じて行われる。以上のようにして、図4に示すような光結合部品を製造することができる。

【0043】なお、上記第1、第2の実施形態では、第2光学部材4は、球体形状であるとしたが、回転楕円体形状でもよい(この場合、凹状の彎曲部3A、3Bは、球面でなく楕円面となる)。また、上記第1、第2の実施形態では、端面1bは、光導波路部品と互いに接合されたとしたが、受光素子(例えばPDやAPD)と接合されてもよい。

【0044】また、上記第1、第2の実施形態では、端面1bは、光導波路部品と互いに接合されたとしたが、発光素子(例えば半導体レーザやLED)と接合されてもよい。ただし、発光素子と接合される場合、図1、図

3において点線で示される光束の進行方向が、第1、第2の実施形態とは逆向きになる。すなわち、第2光学部材4は、発光素子から発せられる光を光ファイバ5の先端で結像させる集光レンズとして働く。

【0045】(第3の実施形態)図5は、本発明の第3の実施形態に係る光機能部品の構成を示す図(斜視図)である。図5において、本発明の第3の実施形態に係る光機能部品は、光結合部品20と、光導波路部品21とを互いに接合した構成を有する。光導波路部品21のコア部22は、光導波路である。光結合部品20は、第1または第2の実施形態に係る光結合部品と同様の構成を有し(図1、図3参照)、かつ同様にして製造される(図2、図4参照)。

【0046】ただし、本実施形態の光結合部品20では、第1光学部材1の、光導波路部品21と接合される側の端面1bに、一対の位置決め凹凸9が設けられている。各位置決め凹凸9は、光導波路部品21の外形に適合するような形状に形成される。このような一対の位置決め凹凸9を設けることによって、面倒な光軸合わせを行うことなく、光結合部品20と光導波路部品21とを接合できる。

【0047】好ましくは、各位置決め凹凸9は、図5のように、テーパ状に形成される。そうすれば、光結合部品20と光導波路部品21とを接合するとき、接合部分に大きな負荷がかかって破損したり、歪みが生じるのを防ぐことができる。

【0048】また、第1光学部材1とコア部22との境界面で起こる反射を防ぐために、第1光学部材1の屈折率とコア部22の屈折率とは、互いに等しいことが好ましい。従って、両者の材料としては、同一種類の物質か、または屈折率の差が $10^{-1}$ 以下であるような2種類の物質が用いられる。

【0049】なお、本実施形態では、光結合部品20と、光導波路部品21とを互いに接合した光機能部品について説明したが、光結合部品20と、受光素子または発光素子(図示せず)とを接合した光機能部品の場合でも、同様の効果が得られる。

【0050】(第4の実施形態)図6は、本発明の第4の実施形態に係る光結合部品の構成を示す図(光軸に沿って切った断面図)である。本発明の第4の実施形態に係る光結合部品の製造方法は、その要点において、第1の実施形態と同様なので、図2を援用する。

【0051】本発明の第4の実施形態に係る光結合部品は、以下に説明する点を除き、第1の実施形態に係る光結合部品(図1参照)と同様の構成を有する。図6において、本発明の第4の実施形態に係る光結合部品(以下、単に光結合部品と呼ぶ)は、球面と平面とで囲まれたような形状を有する第2光学部材4と、第2光学部材4を覆う直方体形状の第1光学部材1とで構成される。第1光学部材1の内部には、球面と平面とで囲まれたよ



うな形状の空隙3が形成されており、第2光学媒質がその空隙3を埋めている。第2光学部材4と第1光学部材1との境界面のうち平面領域には、反射膜3aが形成されている。以下、第2光学部材4の球面領域を屈折面、反射膜3aが形成された平面領域を反射面と呼ぶ。

【0052】第2光学部材4は、その屈折面が光ファイバ用溝2寄りにあって、かつ反射面の法線が光ファイバ用溝2の向き（つまり光ファイバ5からの射出光の進行方向）に対して所定の角度傾斜するように設けられる。光導波路部品（図示せず）と互いに接合されるのは、第1光学部材1の6つの端面のうち、光ファイバ用溝2が形成されている端面1aと対向する端面1bではなく、隣接する端面1cである。

【0053】第1光学部材1の屈折率や第2光学部材4の屈折率、第2光学部材4の曲率半径、光ファイバ5の先端から第2光学部材4の中心までの距離、第2光学部材4の中心から第1光学部材1の端面1cまでの距離、光ファイバ用溝2の向きに対する反射面の角度等は、光ファイバ5から射出された光が光導波路部品との接合面（すなわち端面1c）上で結像するように、適切に決められている。

【0054】以上のように構成された光結合部品において、第2光学部材4は、光ファイバ5から射出される光を光導波路部品との接合面上で結像させる集光レンズとして働く。一方、第1の光学部材は、光ファイバ5および第2の光学部材を支持するホルダの役割を果たす。これによって、従来のように面倒な調整作業を行うことなく、光ファイバ5と光導波路部品とを高効率で結合させることができるようになる。また、集光レンズとしての第2光学部材4が第1光学部材1で覆われて外気から遮蔽されるので、レンズ表面に結露が生じたりゴミが付着する心配がない。さらには、第1光学部材1および第2光学部材4だけからなる単純な構造を有し、しかも第1光学部材1と第2光学部材4とが密着しているので、ねじれや引っ張りにも強い。

【0055】これら第1の実施形態と同様の効果に加え、次のような効果も得られる。すなわち、第2光学部材4を、球面と平面とで囲まれたような形状として、その平面領域を反射面としたので、第2光学部材4は、光の進行方向を変えることができる。その結果、例えば図6に示されているように、光ファイバ5から射出される光を、光ファイバ用溝2が形成されている端面1aと隣接する端面1c上で結像させることができるようになる。

【0056】本発明の第4の実施形態に係る光結合部品は、以下に説明する点を除き、第1の実施形態に係る光結合部品と同様にして製造される。図2において、最初、第1光学部材1Aの下面および第1光学部材1Bの上面にはそれぞれ、第1の実施形態と同様、くさび形状の溝2Aおよび2Bと、凹状の彎曲部3Aおよび3Bと

が形成される。ただし、凹状の彎曲部3A、3Bは、第1の実施形態とは異なり、その一部が平面となっている。

【0057】次に、凹状の彎曲部3A、3Bの平面領域に対し、スパッタリングや蒸着法等によってA1やAg等の反射膜3aが形成される。その後、第1の実施形態と同様にして、第1光学部材1Aの下面と、第1光学部材1Bの上面とが互いに貼り付けられ、それにより一体化された第1光学部材1の空隙3に、光ファイバ用溝2を通じ、融解された状態の光学物質が充填される。こうして充填された光学物質は、時間の経過につれて固化し、第2光学部材4となる。以上のようにして、図6に示すような光結合部品を製造することができる。

【0058】（第5の実施形態）図7は、本発明の第5の実施形態に係る光結合部品の構成を示す図（光軸に沿って切った断面図）である。本発明の第5の実施形態に係る光結合部品の製造方法は、その要点において、第1の実施形態と同様なので、図2を援用する。

【0059】本発明の第5の実施形態に係る光結合部品は、以下に説明する点を除き、第1の実施形態に係る光結合部品（図1参照）と同様の構成を有する。図7において、本発明の第5の実施形態に係る光結合部品（以下、単に光結合部品と呼ぶ）は、回転楕円体形状を有する第2光学部材4と、第2光学部材4を覆う直方体形状の第1光学部材1とで構成される。

【0060】第2光学部材4は、その光軸が光ファイバ用溝2の向き（つまり光ファイバ5からの射出光の進行方向）に対して所定の角度傾斜するように設けられる。光導波路部品（図示せず）と接合されるのは、第1の実施形態と同様、第1光学部材1の6つの端面のうち、光ファイバ用溝2が形成されている端面1aと対向する端面1bである。ただし、接合される光導波路部品内の光導波路の向きが、光ファイバ5からの射出光の進行方向とは異なっている。

【0061】第1光学部材1の屈折率や第2光学部材4の屈折率、第2光学部材4の曲率半径、光ファイバ5の先端から第2光学部材4の中心までの距離、第2光学部材4の中心から第1光学部材1の端面1bまでの距離、光ファイバ用溝2の向きに対する第2光学部材4の光軸の角度等は、光ファイバ5から射出された光が光導波路部品との接合面（すなわち端面）上で結像し、かつ光導波路に沿って進行するように、適切に決められている。

【0062】以上のように構成された光結合部品において、第2光学部材4は、光ファイバ5から射出される光を光導波路部品との接合面上で結像させる集光レンズとして働く。一方、第1の光学部材は、光ファイバ5および第2の光学部材を支持するホルダの役割を果たす。これによって、面倒な調整作業を行うことなく、光ファイバ5と光導波路部品とを高効率で結合させることができるようになる。また、集光レンズとしての第2光学部材

4が第1光学部材1で覆われて外気から遮蔽されるので、レンズ表面に結露が生じたりゴミが付着する心配がない。さらには、第1光学部材1および第2光学部材4だけからなる単純な構造を有し、しかも第1光学部材1と第2光学部材4とが密着しているため、ねじれや引っ張りにも強い。

【0063】これら第1の実施形態と同様の効果に加え、さらに次のような効果が得られる。すなわち、第2光学部材4を回転楕円体形状として、その光軸が光ファイバ5からの射出光の進行方向に対して傾斜するようにしたので、第2光学部材4は、射出光の進行方向を変えることができる。その結果、光ファイバ5からの射出光を、その進行方向とは異なる向きを向いた光導波路へと導くことができるようになる。

【0064】本発明の第5の実施形態に係る光結合部品は、以下に説明する点を除き、第1の実施形態に係る光結合部品と同様にして製造される。図2において、最初、第1光学部材1Aの下面および第1光学部材1Bの上面にはそれぞれ、第1の実施形態と同様、くさび形状の溝2Aおよび2Bと、凹状の彎曲部3Aおよび3Bとが形成される。ただし、凹状の彎曲部3A、3Bは、第1光学部材1Aの下面および第1光学部材1Bの上面を互いに接合したとき、一体化された第1光学部材1の内部に、図7のような回転楕円体の空隙3ができるような形状に形成される。従って、凹状の彎曲部3Aと、凹状の彎曲部3Bとは、第1の実施形態とは異なり、互いに非対称である。

【0065】その後、第1の実施形態と同様にして、第1光学部材1Aの下面と、第1光学部材1Bの上面とが互いに貼り付けられ、それにより一体化された第1光学部材1の空隙3に、光ファイバ用溝2を通じ、融解された状態の光学物質が充填される。こうして充填された光学物質は、時間の経過につれて固化し、第2光学部材4となる。以上のようにして、図7に示すような光結合部品を製造することができる。

【0066】なお、上記第4、第5の実施形態では、第1光学部材1において、光ファイバ用溝2と空隙3とが連続的に形成されており、光ファイバ用溝2を通じて光学物質を空隙3へと充填したが、代わりに、図3、図4に示されているものと同様の充填用孔6を設け、そこから光学物質を充填してもよい（第2の実施形態を参照）。

【0067】また、上記第4、第5の実施形態では、端面1c（図6参照）、端面1b（図7参照）は、光導波路部品と互いに接合されるとしたが、受光素子（例えばPDやAPD）と接合されてもよい。または、発光素子（例えば半導体レーザやLED）と接合されてもよい。ただし、発光素子と接合される場合、図6、図7において点線で示される光束の進行方向が、第4、第5の実施形態とは逆向きになる。すなわち、第2光学部材4は、

発光素子から発せられる光を光ファイバ5の先端で結像させる集光レンズとして働く。

【0068】（第6の実施形態）図8は、本発明の第6の実施形態に係る光導波路部品の構成を示す図（斜めから見た斜視図）である。図9は、本発明の第6の実施形態に係る光導波路部品の構成を示す別の図（光軸に沿って切った断面図）である。最初、本発明の第6の実施形態に係る光導波路部品の構成について、図8および図9を用いて説明する。図8および図9において、本発明の第6の実施形態に係る光導波路部品（以下、単に光導波路部品と呼ぶ）は、球体と四角柱とを互いに連結したような形状の第2光学部材34と、第2光学部材34を覆う直方体形状の第1光学部材31とで構成される。第1光学部材31の6つの端面のうち1つの端面31aからは、第2光学部材34の四角柱の端部が露出している。

【0069】第1光学部材31の6つの端面のうち、第2光学部材34の四角柱の端部が露出している端面31aからは、光が入射される。また、端面31aと対向する端面32bは、光ファイバや受光素子（図示せず）と互いに接合される。

【0070】以上のように構成された光導波路部品において、第2光学部材34を球体と四角柱とが連結されたような形状としたので、第2光学部材34は、端面31a側からの入射光を凹状の彎曲部1b側へと導く光導波路としてだけでなく、その入射光を端面31a上で結像させる集光レンズとしても働く（つまり、光導波路上において集光レンズを実現したといえる）。一方、第1光学部材31は、第2光学部材34を支持するホルダの役割を果たす。これによって、本実施形態に係る光導波路部品自身が、第1の実施形態に係る光結合部品と同様の機能、すなわち、面倒な調整作業を行うことなく、受光素子や光ファイバと高効率で結合する機能を持つことになる。つまり、本実施形態に係る光導波路部品は、（光結合部品を用いなくても）受光素子や光ファイバと高効率で結合する。

【0071】また、集光レンズとしての第2光学部材34が第1光学部材31で覆われて外気から遮蔽されるので、レンズ表面に結露が生じたりゴミが付着する心配がない。さらには、第1光学部材31および第2光学部材34だけからなる単純な構造を有し、しかも第1光学部材31と第2光学部材34とが密着しているため、ねじれや引っ張りにも強い。

【0072】本発明の第6の実施形態に係る光導波路部品の製造方法は、その要点において、第1の実施形態に係る光結合部品の製造方法と同様である。すなわち、第1光学部材31および第2光学部材34の材料は、光学物質であり、第2光学部材34には、第1光学部材31よりも屈折率の高い光学物質が用いられる。最初、光学物質（屈折率の小さい方）を金型でプレスすることによって、互いに面対称な一対の第1光学部材31A、31

Bが形成される。

【0073】次に、一对の第1光学部材31A、31Bは、第1光学部材31Aの下面と、第1光学部材31Bの上面とを互いに貼り付けることによって一体化される。こうして一体化された第1光学部材31は、四角柱形状の光導波路用溝32と、球体形状の空隙33とを持つ。次に、一体化された第1光学部材31の光導波路用溝32および空隙33に、融解された状態の光学物質（屈折率の大きい方）が充填される。こうして充填された光学物質は、時間の経過に従って固化し、第2光学部材34となる。以上のようにして、図8および図9に示すような光導波路部品を製造することができる。

【0074】なお、本実施形態では、光導波路上において球体形状のレンズを実現したが、代わりに、図10のように、屈折面（33）と反射膜（33a）とを持つレンズ/反射鏡（第2光学部材34）を実現してもよい。または、図11のように、回転楕円体形状のレンズ（第2項光学部材34）を実現してもよい。あるいは、光導波路上において複数のレンズを実現してもよい（図示せず）。非球面レンズを用いたり、複数のレンズを組み合わせるといえば、1枚の球面レンズを用いるのと比べ、球面収差や色収差などが低減され、その結果、光結合効率がより高まる。

【0075】さらには、図12に示すように、光導波路上においてジオデシックレンズを実現してもよい。このような光導波路部品は、次のようにして製造できる。すなわち、図12において、第1光学部材31Bの上面には、凹状の彎曲部33Bを形成し、第1光学部材31Aの下面には、凹状の彎曲部33Bよりも曲率半径が相対的に小さい凸状の彎曲部33Aを形成すればよい。ジオデシックレンズを用いれば、色収差が効果的に解消され、その結果、光結合効率が高まる。また、焦点距離が導波モードに依存しないので、焦点距離を任意に決めることができ、その結果、部品設計の自由度が増す。ジオデシックレンズのほか、ルネブルクレンズを用いることも考えられる。

【0076】また、本実施形態では、端面31aから光が入射され、端面31bは、光ファイバや受光素子と互いに接合されたとしたが、端面31bは、発光素子と互いに接合されてもよい。ただし、発光素子と接合される場合、図9において点線で示される光束の進行方向が、本実施形態とは逆向きになる。すなわち、第2光学部材34の球体部分は、発光素子から発せられる光を集束して第2光学部材34の四角柱部分の内部（光導波路）へと入射させる集光レンズとして働く。そして、端面31aからは、第2光学部材34によって導かれた光が射出される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る光結合部品の構成を示す図（光軸に沿って切った断面図）である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る光結合部品の製造方法を説明するための図である。

【図3】本発明の第2の実施形態に係る光結合部品の構成を示す図（光軸に沿って切った断面図）である。

【図4】本発明の第2の実施形態に係る光結合部品の製造方法を説明するための図である。

【図5】本発明の第3の実施形態に係る光機能部品の構成を示す図（斜視図）である。

【図6】本発明の第4の実施形態に係る光結合部品の構成を示す図（光軸に沿って切った断面図）である。

【図7】本発明の第5の実施形態に係る光結合部品の構成を示す図（光軸に沿って切った断面図）である。

【図8】本発明の第6の実施形態に係る光導波路部品の構成を示す図（斜めから見た斜視図）である。

【図9】本発明の第6の実施形態に係る光導波路部品の構成を示す別の図（光軸に沿って切った断面図）である。

【図10】本発明の他の実施形態に係る光導波路部品（光導波路上において球面と平面とで囲まれたような形状を持つレンズ/反射鏡を実現した場合）の構成を示す図（光軸に沿って切った断面図）である。

【図11】本発明の他の実施形態に係る光導波路部品（光導波路上において回転楕円体形状のレンズを実現した場合）の構成を示す図（光軸に沿って切った断面図）である。

【図12】本発明の他の実施形態に係る光導波路部品（光導波路上においてジオデシックレンズを実現した場合）の構成を示す図（光軸に沿って切った断面図）である。

【図13】従来の端面結合法によって光導波路部品と光ファイバとが結合された様子を示す図（模式図）である。

【図14】従来の光結合部品の構成を示す図（斜視図）である。

【符号の説明】

1、31…第1光学部材

1a、1b、1c…端面

2…光ファイバ用溝

3、33…空隙

3A、3B、33A、33B…彎曲部（屈折面）

3a、33a…平面部（反射膜）

4、34…第2光学部材

5…光ファイバ

6…充填用孔

8…位置決め突起

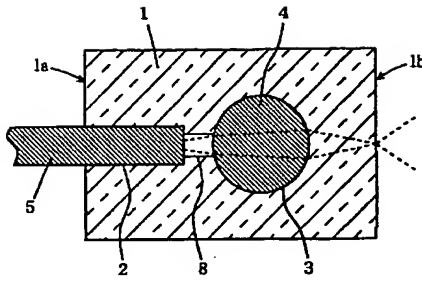
9…位置決め凹凸

20…光結合部品

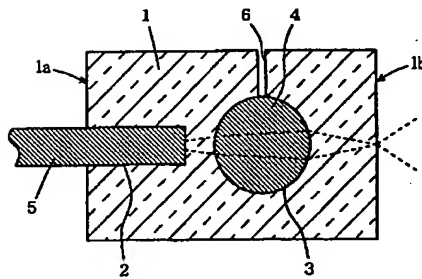
21…光導波路部品

22…コア部（光導波路）

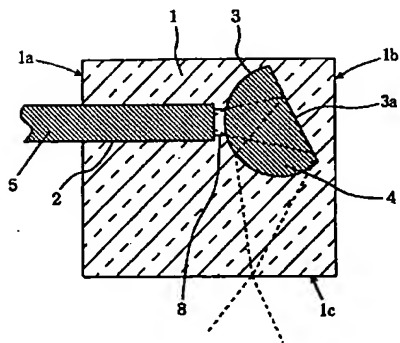
【図1】



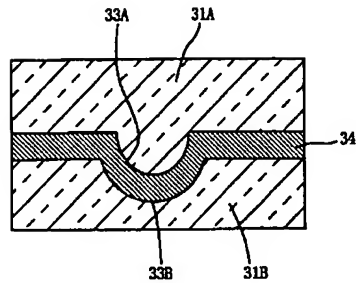
【図3】



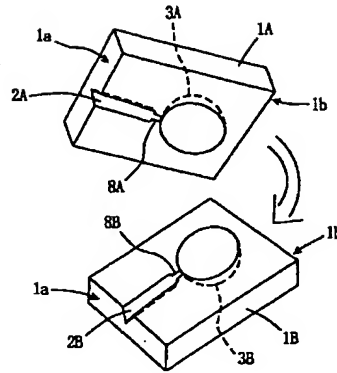
【図6】



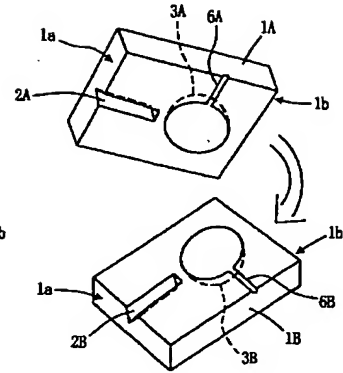
【図12】



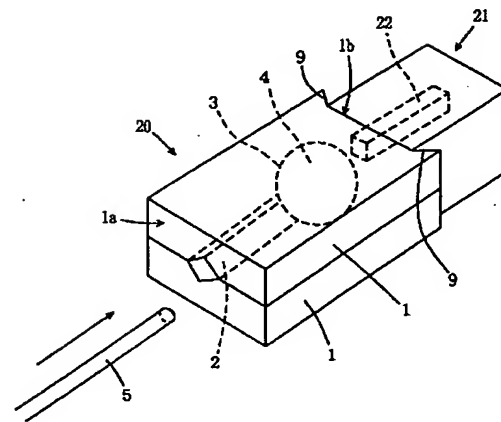
【図2】



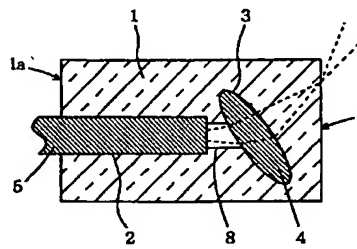
【図4】



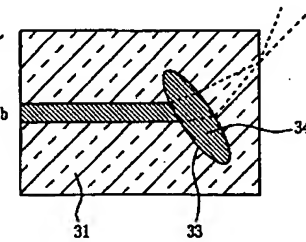
【図5】



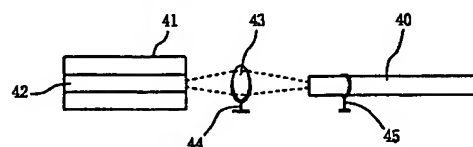
【図7】



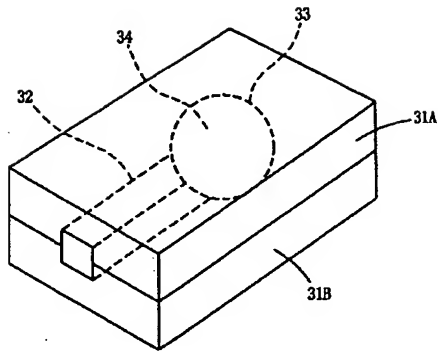
【図11】



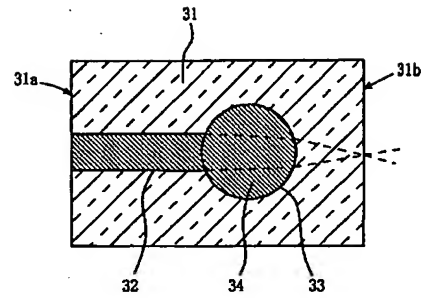
【図13】



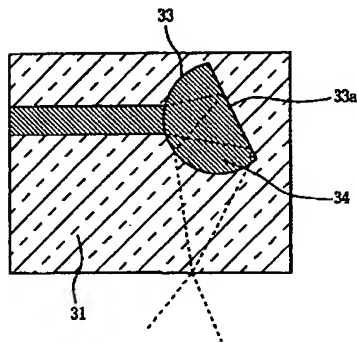
【図8】



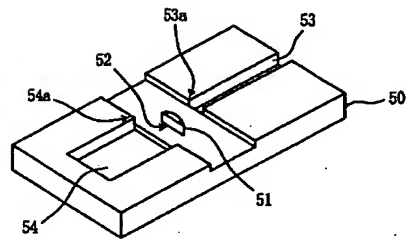
【図9】



【図10】



【図14】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H01L 33/00

H01S 5/022

識別記号

FI

G02B 6/12

H01L 31/02

テーマコード(参考)

A

C